



dCIDOB 106. Crisi energètica, cap a un final d'era.

El futur dels combustibles fòssils. Prospectiva cap a l'horitzó de 2030.
Mariano Marzo

El futur dels combustibles fòssils

Prospectiva cap a l'horitzó de 2030

Mariano Marzo Departament d'Estratigrafia, Paleontologia i Geociències Marines, Universitat de Barcelona

La idea que cal reemplaçar els hidrocarburs (carbó, gas i petroli) per altres fonts energètiques més netes gaudeix d'un gran favor entre l'opinió pública. No obstant això, prop del 80% de l'energia primària comercial consumida arreu del món són hidrocarburs. És obvi que durant un llarg període de temps no ens podrem espavilar sense petroli, gas i carbó.

En aquest context, aquest article es planteja fer una mirada a l'horitzó del 2030 per intentar trobar respostes a una sèrie de preguntes de gran importància: Disposem de suficients reserves i recursos de petroli, gas i carbó per fer front a la futura demanda? Quins països hauran d'assegurar l'extracció d'hidrocarburs? Quines implicacions tindrà això sobre el comerç mundial? Quin grau de dependència hauran de suportar els països industrialitzats? Quan es produirà el zenit en l'extracció de petroli? Existeixen riscos d'interrupció del subministrament? I, quin serà l'impacte ambiental sobre el planeta causat per l'ús continuat i creixent dels hidrocarburs?

Previsions sobre la demanda mundial d'hidrocarburs

L'Agència Internacional de l'Energia (AIE) pronostica que durant el període 2005-2030 la demanda mundial d'energia primària augmentarà més de la meitat, i creixerà anualment a un ritme de l'1,8%, amb la particularitat que prop de les tres quartes parts d'aquest augment provindrà dels països en desenvolupament, on es concentrarà el major creixement econòmic i demogràfic.

Els hidrocarburs totalitzaran prop del 84% de l'increment previst i el seu percentatge sobre el total augmentarà lleugerament,

d'un 81% el 2005, a un 82% el 2030. D'aquests hidrocarburs, el petroli continuarà sent el més utilitzat. S'estima que la seva demanda creixi anualment un 1,5%, i passi dels 83,7 milions de barrils diaris (Mbd) el 2003, a 116 Mbd el 2030. Dues terceres parts de l'increment de la demanda mundial de petroli provindran del sector del transport ja que no es preveu que cap altre combustible alternatiu pugui, d'aquí al 2030, desafiar seriosament l'ús dels derivats del petroli.

La demanda de gas també augmentarà ràpidament. Amb un creixement anual del 2,1% el 2030, el consum de gas superarà prop del 67% l'actual. Les pròximes tres dècades, les noves plantes de generació d'electricitat, especialment les de cicle combinat, representaran prop de la meitat de l'increment mundial en la demanda de gas.

La demanda de carbó augmentarà a un ritme d'un 2,2% anual. La Xina i l'Índia, que disposen de grans recursos a baix preu, totalitzaran prop del 75% de l'increment de la demanda mundial. En l'horitzó del 2030, i a escala mundial, el carbó continuarà sent la principal font de generació elèctrica.

La qüestió de la disponibilitat de recursos i reserves d'hidrocarburs

Les estimacions sobre els recursos de petroli recuperables del subsòl difereixen considerablement entre si, segons si els càlculs inclouen, o no, els petrolis no convencionals (petrolis pesats, arenas asfàltiques i pissarres bituminoses), el petroli que es troba en el subsòl d'àrees marines ultraprofundes o en zones àrtiques, i si es maximitzen o minimitzen els efectes del progrés tecnològic en les activitats d'exploració i extracció.

Si ho simplifiquem, es pot afirmar que les opinions varien entre dos pols extrems: els més *pessimistes* consideren que la possibilitat d'ampliar el volum de reserves conegudes mitjançant una millor i més intensa explotació dels camps ja descoberts és molt limitada i que els recursos mundials per descobrir totalitzen una xifra inferior a una quarta part de les reserves mundials inventariades. Altres, més *optimistes*, invoquen al progrés tecnològic i l'accés a noves àrees, fins ara inaccessibles, per incrementar notablement el volum de les reserves extraïbles de jaciments ja coneguts, com també per trobar i desenvolupar nous recursos.

L'AIE es decanta per la posició més optimista i afirma que els recursos i reserves mundials de petroli són suficients per cobrir la demanda prevista, almenys fins al 2030. Per a l'AIE, el principal escull que cal superar és evitar que les tensions geopolítiques o altres factors econòmics o polítics, endarrerixin les inversions de capital i el desplegament científic i tècnic requerits perquè l'extracció mundial de cru no s'estanqui o entri en declivi abans de la data citada.

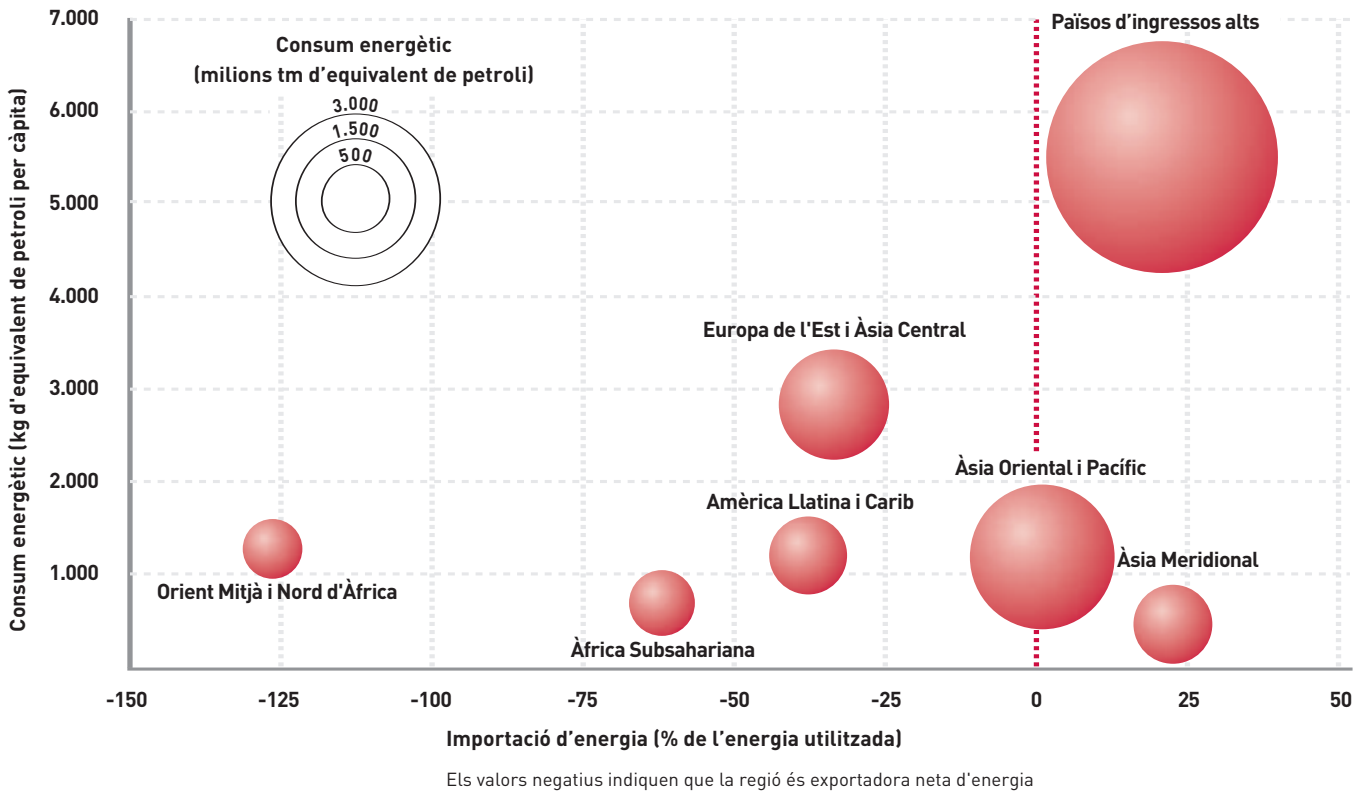
Els països de l'Orient Mitjà i nord d'Àfrica tenen un paper clau en el futur del mercat mundial del petroli. El subsòl de la regió acull una mica més del 60% de les reserves provades de cru que queden al planeta. A més, la regió conté el 35,5% dels recursos mundials de petroli convencional encara per descobrir. L'AIE no oculta que les xifres de reserves provades que maneja són les subministrades pels governs i que existeixen dubtes sobre la fiabilitat i exactitud d'aquestes, ja que mai no han estat sotmeses a verificacions per part d'organismes

externs independents. En concret, existeixen serioses sospites sobre la fiabilitat d'un brusc i injustificat increment de reserves anunciat fa unes dècades pels països de l'Orient Mitjà. Les esmentades reserves van passar de 400.000 milions de barrils a principi dels vuitanta a 700.000 milions el 1989, assolint els 764.000 milions al final de 2004.

Pel que fa al gas natural, l'AIE també considera que els recursos mundials són suficients per cobrir la demanda mundial prevista per al 2030, encara que per a això caldrà concretar un gran esforç inversor. Una qüestió molt important és que la Federació Russa i l'Orient Mitjà acaparen les dues terceres parts de les reserves mundials de gas natural i que prop del 40% d'aquestes es concentren en tan sols dos països: Rússia i Iran. A més, gairebé un terç de les reserves mundials de gas natural es troben *encaïllades*. És a dir, els seus costos d'extracció i transport als mercats són massa alts perquè la seva explotació resulti rendible, encara que es confia que els avenços tecnològics i la disminució de costos en l'àmbit del gas natural liquat (GNL) contribueixin a solucionar el problema.

Les reserves mundials econòmicament recuperables de carbó es troben al voltant del bilió de tones, un fet que, al ritme actual d'extracció, asseguraria el subministrament durant més de 200 anys. Estats Units, Rússia, la Xina i l'Índia, ocupen els llocs de l'u al quatre, respectivament, en el rànquing mundial de reserves, totalitzant més del 67% d'aquestes. A diferència del petroli i el gas, una mica menys de la meitat de les reserves mundials estan localitzades en països de l'Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic (OCDE).

Figura 1. Consum i dependència energètica (2005)



Elaboració Fundació CIDOB. Fonts: Agència Internacional de l'Energia (AIE) i Banc Mundial, *World Development Indicators 2008*, Washington, 2008

L'extracció i el comerç mundial d'hidrocarburs

Durant les pròximes dues dècades, l'extracció de petroli convencional continuarà concentrada en un petit nombre de països, i els membres de l'Organització de Països Exportadors de Petroli (OPEP), particularment els de l'Orient Mitjà, veuran que els seus percentatges d'extracció augmenten, a mesura que aquesta disminuirà en altres regions ja madures. Les previsions són que l'extracció als països que no són membres de l'OPEP assoleixi el seu màxim el 2010 i que a partir d'aquest moment s'iniciï un lent declivi. A mig termini, fora de l'OPEP, els únics països productors que experimentaran un auge significatiu en l'extracció de cru són Rússia, Kazakhstan, Azerbaidjan, Brasil i Angola.

Per al 2030, s'espera que els petroli no convencionals contribueixin amb prop del 10% al subministrament mundial de petroli. La major part d'aquests recursos provindran de les arenes asfàltiques del Canadà i dels crus pesats de Veneçuela. Entre les dues regions contenen 580.000 milions de barrils de reserves recuperables, és a dir, més que la totalitat de les reserves de cru convencional de l'Orient Mitjà.

En el futur, tots els països i regions que avui dia són importadors nets seran encara més dependents, tant en termes absoluts com percentuals. Aquest increment serà particularment dramàtic en el cas de la Xina, un importador net des de 1993 i que el 2030 necessitarà importar prop del 75% de la seva demanda. En conjunt, l'any 2030, els països de l'OCDE importaran el 85% de les seves necessitats de petroli en contrast amb el 63% de l'any 2002.

Pel que fa al gas natural, l'extracció experimentarà un major creixement als països de l'ex Unió Soviètica i l'Orient Mitjà, tot i que també augmentarà ràpidament a Àfrica i Amèrica Llatina. Per al 2030, el desajust geogràfic entre les regions que contenen els recursos i les que concentren la demanda condicionarà que els mercats del gas que hagin experimentat un major creixement siguin molt més dependents de les importacions. En termes absoluts, el major increment d'aquestes tindrà lloc als països europeus de l'OCDE en què la seva dependència augmentarà del 36% el 2002, al 65% el 2030. Els països de l'OCDE d'Amèrica del Nord (Estats Units, Canadà i Mèxic) que en l'actualitat són, en un major o menor grau, autosuficients, veuran com el 2010 necessitaran importar prop d'un 4% de les seves necessitats, percentatge que s'incrementarà fins al 18% el 2030. La Xina i l'Índia també esdevindran, a curt termini, països importadors de gas natural.

Els gasoductes constituïran encara durant les pròximes dues dècades les principals vies de transport de gas a Amèrica del Nord, Europa i Amèrica Llatina. No obstant això, s'espera una ràpida expansió del comerç de GNL. Les projeccions són que el 2030, més del 50% del comerç inter-regional de gas natural es realitzi a través del transport marítim del GNL, fet que significa un augment del 30% respecte als volums actuals.

L'AIE argumenta que si les inversions previstes arriben a temps i si els països productors s'obren a aquestes inversions, el zenit no es produirà abans del 2030. Altres anàlisis situen el zenit de la producció de cru entorn del 2010

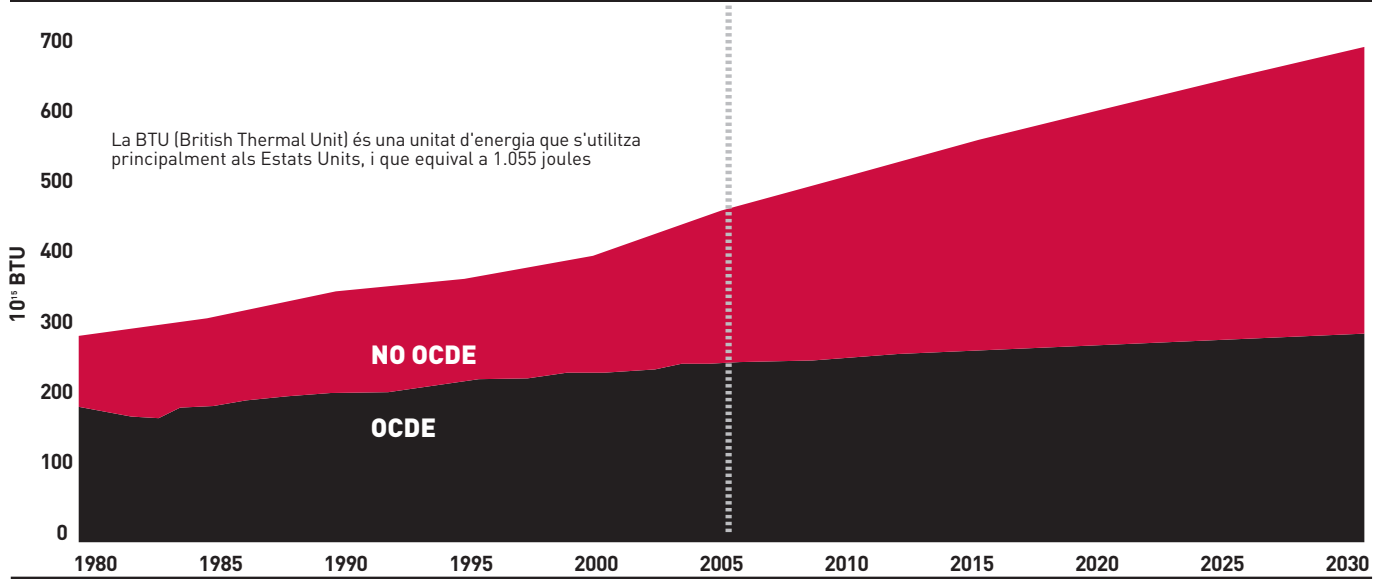
A diferència del petroli i el gas natural, les reserves mundials de carbó presenten una distribució geogràfica variada i gairebé la meitat de les reserves mundials estan localitzades en països de l'OCDE. En el futur, és probable que la mineria del carbó s'expandeixi de manera notable a la Xina, els Estats Units, l'Índia, Austràlia, Àfrica del Sud, Indonèsia, Canadà, Colòmbia i Veneçuela, i que experimenti un descens als països europeus de l'OCDE. Probablement, Austràlia, Indonèsia i la Xina s'ocuparan del proveïment dels mercats de la zona asiàtica del Pacífic, mentre que Àfrica del Sud, els Estats Units, Colòmbia i Veneçuela faran el mateix amb els mercats europeus i atlàntics. La localització geogràfica d'Àfrica del Sud li permetrà proveir Europa, Àsia i el continent americà.

El zenit de l'extracció o *peak oil*

Una qüestió clau per al futur del subministrament del petroli és intentar resoldre quan s'assolirà el zenit mundial en l'extracció o *peak oil*.

L'experiència demostra que la història d'exploració d'un camp de petroli s'ajusta a la denominada corba d'Hubbert, una corba en forma de campana, de traçat irregular al detall, però en què poden identificar-se clarament dos limbes, un ascendent i un altre descendent. Tots dos estan separats per un punt o zona d'inflexió que s'inicia, aproximadament, quan s'ha bombat la meitat del cru recuperable. Aquest punt o zona, conegut amb el nom del zenit o pic de l'extracció, s'identifica amb el moment en què sorgeixen els problemes. Els esforços tècnics i financers poden disminuir la taxa de declivi, però no invertir la tendència a la baixa de l'extracció. Per això és important intentar aclarir la incògnita de quan s'assolirà el zenit en l'extracció mundial de cru.

L'AIE argumenta que si les inversions previstes arriben a temps i si els països productors s'obren a aquestes inversions, el

Figura 2. Consum mundial d'energia comercial (històric i projectat) (1980-2030)

Elaboració Fundació CIDOB. Font: Energy Information Administration (EIA) *International Energy Outlook 2008*, setembre 2008.
Consultable a: www.oiaf/ieo/index.html

zenit no es produirà abans del 2030. Una previsió en línia amb les del Servei Geològic dels Estats Units (USGS) que contempla dos escenaris extrems: en el menys probable (5%), el zenit tindria lloc el 2047, i en el més probable (95%), el 2026. Si, en comptes d'escenaris extrems, considerem un de probabilitat mitjana (50%), el zenit se situaria el 2037. Aquestes anàlisis, juntament amb el fet que les projeccions de l'USGS no tenen en compte els hidrocarburs no convencionals, han portat alguns economistes a afirmar que els pròxims 25 a 50 anys el mercat disposarà d'una quantitat il·limitada de cru.

No obstant això, aquesta visió no és compartida per altres anàlisis que es mostren molt més pessimistes. Per exemple, l'Association for the Study of Peak Oil & Gas (ASPO) situa el zenit de la producció de cru entorn del 2010. ASPO, que inclou en la seva anàlisi els petroli no convencionals, pren com a punt de partida les estimacions de reserves i recursos de Campbell i Laherrère, que sostenen que en aquests moments hem consumit ja gairebé la meitat dels recursos recuperables del planeta, de manera que, segons la corba d'Hubbert, és probable que el zenit de l'extracció es produeixi durant aquesta dècada o a començament de la següent.

Els riscos d'interrupció temporal del subministrament

L'expansió del comerç mundial del petroli i del gas augmentarà el risc d'interrupcions temporals de subministrament, no solament per la inestabilitat política crònica d'alguns dels principals països exportadors, sinó perquè per assolir els mercats, tant el cru com el GNL han de travessar alguns estrets especialment vulnerables a esdeveniments (accidents, pirateria, atacs terroristes o conflictes bèl·lics) que poden comportar-ne el tancament o bloqueig temporal.

Els punts estratègics de l'Orient Mitjà i el Nord d'Àfrica, a través dels quals circulen bona part de les exportacions d'hidrocarburs, són els estrets d'Ormuz i de Bab el-Mandeb, així com el Canal de Suez. El 2004 van canalitzar, respectivament, el 21%, el 4% i el 5% del subministrament mundial de cru. Per al 2030, les previsions de l'AIE són que els esmentats percentatges augmentin notablement. Aquestes dades, juntament amb el fet que entorn del 80% de les exportacions totals de petroli de l'Orient Mitjà van ser embarcades a través d'almenys una d'aquestes tres rutes marítimes, ens donen una idea de la importància d'aquestes en el comerç mundial del cru. Pel que fa al GNL, les previsions per al 2030 són que l'actual volum d'exportacions es multipliqui per set, fins arribar al 4% del subministrament mundial.

Altres punts d'importància estratègica per al comerç internacional de petroli i GNL són els estrets de Malacca i el Bòsfor. El 2003, el primer pas va canalitzar el 14% de la demanda mundial de cru. No obstant això, s'espera que aquest percentatge augmenti fins al 20% el 2030. Per la seva part, el Bòsfor constitueix la porta de sortida dels recursos del mar Caspi.

Les emissions de diòxid de carboni

L'augment del consum d'hidrocarburs projectat per l'AIE significa un augment del 57% en les emissions mundials de diòxid de carboni el 2030 i un canvi dràstic de l'estructura geogràfica de les noves emissions. Històricament, els països de l'OCDE han estat els principals emissors de gasos amb efecte d'hivernacle a l'atmosfera, de manera que el 2002 van totalitzar un 54% del total de les emissions mundials. No obstant això, el 2030, els països en desenvolupament totalitzaran ja prop de la meitat de les emissions mundials.

Conclusions

La demanda mundial d'energia primària augmentarà de manera inexorable d'aquí al 2030, i es concentrarà, preferentment, als països en vies de desenvolupament, amb Àsia i, més particularment, la Xina i l'Índia al capdavant.

Els combustibles fòssils continuaran sent durant les pròximes dues dècades la font principal d'energia primària.

Les estimacions oficials asseguren que els recursos mundials de petroli, gas i carbó són suficients per cobrir l'increment previst de la demanda, almenys fins al 2030. No obstant això, en el cas del petroli existeixen serioses incerteses. Tant en el cas d'aquest hidrocarbur, com en el del gas natural els subministraments seran coberts majoritàriament des de l'Orient Mitjà i l'antiga Unió Soviètica.

El comerç internacional dels combustibles fòssils experimentarà una gran expansió. Tots els països que actualment són importadors nets de petroli, molt particularment els d'Àsia i els que pertanyen a l'OCDE i la UE, augmentaran la seva dependència de l'Orient Mitjà. De la mateixa manera, els mercats del gas que experimentin un major creixement com, per exemple, Europa, també seran més dependents de les importacions.

L'expansió prevista en el comerç mundial del petroli i gas augmentarà el risc d'interrupcions temporals de subministrament, tant per la inestabilitat política dels principals països exportadors, com perquè els hidrocarburs han de travessar alguns punts perillosos, com els estrets d'Ormuz, Bab el-Mandeb i Malacca.

Com a conseqüència de l'increment de l'ús dels combustibles fòssils, les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle a l'atmosfera, com el CO₂, experimentaran un augment del 57% respecte dels nivells actuals. La major part d'aquest increment tindrà lloc als països en desenvolupament.

Una reflexió final

El futur dels hidrocarburs presenta nombroses incerteses des del punt de vista de la seguretat de subministrament. A més, les tendències dibuixades pels escenaris de tipus *business as usual* suposen un impacte ambiental intolerable per al planeta. No obstant això, si no es planteja la revisió del nostre actual model socioeconòmic basat en l'acceptació del dogma del creixement econòmic exponencial i il·limitat, la seva substitució a curt termini per altres energies primàries és, ara per ara, una quimera. La societat afronta una disjuntiva elemental: es tracta d'optar per considerar el creixement econòmic com un fi per si mateix o com un mitjà per assolir una certa qualitat, no solament material, de vida. ●

Referències bibliogràfiques

AGÈNCIA INTERNACIONAL DE L'ENERGIA (AIE). *World Energy Outlook 2007*. París: OCDE/AIE, 2007.

BP. *Statistical Review of World Energy June 2008*. Londres, 2008. Consultable a: www.bp.com.

MARZO, Mariano. "El ocaso de la era del petróleo". *Revista de Occidente*. No. 286 (2005). P. 86-103.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. *World Petroleum Assessment 2000*, Washington, 2000.